

Практическая работа №2 по разделу Трансформаторы.

При анализе данного материала студенту необходимо повторить конспект лекций – раздел трансформаторы, который выложен на портале.

В представленной работе содержатся примеры решения задач по трансформаторам и задачи для самостоятельного решения.

Каждому студенту необходимо решить три задачи (задачи для самостоятельного решения). Условия задач одинаковые для всех, но параметры трансформаторов выбираются из таблиц, в соответствии с номером вашего варианта.

Номер варианта определяется последней цифрой вашего логина (имя студента)

Работа, которую вы отправляете на проверку преподавателю, должна содержать (указан вклад в оценку содержимого работы)

1. Условие задачи. (10%)
2. Решение, т.е. определение необходимых величин, согласно условию задачи.(90%)

Работу вы можете выполнить любым способом, даже вручную, отсканировать, перевести в PDF и прислать преподавателю.

Примеры решения задач

Задача 1. Номинальная мощность однофазного трансформатора $S_n = 10500$ кВА, напряжения $U_{1н} = 110$ кВ и $U_{2н} = 6.3$ кВ, напряжение короткого замыкания $U_k = 10.5\%$, ток холостого хода $I_o = 3.3\%$, потери холостого хода $P_o = 29.5$ кВт, потери короткого замыкания $P_k = 81.5$ кВт. Определить токи холостого хода и короткого замыкания, напряжение короткого замыкания.

Решение

Напряжение короткого замыкания, кВ:

$$U_k = \frac{U_k[\%]}{100} U_{1н} = \frac{10.5}{100} 110 = 11.5.$$

Номинальный ток, А:

$$I_{1н} = \frac{S_n}{U_{1н}} = \frac{10500}{110} = 95.5.$$

Ток холостого хода, А:

$$I_o = \frac{I_o[\%]}{100} I_{1н} = \frac{3.3}{100} 95.5 = 3.14.$$

Ток короткого замыкания, А:

$$I_{1к} = I_{1н} \frac{U_{1н}}{U_{1к}} = 95.5 \frac{110}{11.5} = 914.$$

Задача 2. Определить параметры упрощенной схемы замещения трансформатора, соединенного по схеме Y/Y, составляющие напряжения короткого

замыкания в процентах и вольтах, коэффициент мощности нагрузки, коэффициент трансформации, если номинальная мощность $S_H = 20$ кВА, напряжения $U_{1H} = 20$ кВ и $U_{2H} = 0.4$ кВ, потери короткого замыкания $P_K = 0.6$ кВт, напряжение короткого замыкания $U_K = 5.5\%$.

Решение

Фазные значения номинальных напряжений, кВ:

$$U_{1\phi} = \frac{U_{1H}}{\sqrt{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} = 3.47;$$

$$U_{2\phi} = \frac{U_{2H}}{\sqrt{3}} = \frac{0.4}{\sqrt{3}} = 0.23.$$

Фазные значения номинальных токов, А:

$$I_{1\phi} = I_{1H} = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_{1H}} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 6} = 1.93;$$

$$I_{2\phi} = I_{2H} = \frac{S_H}{\sqrt{3}U_{2H}} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 29.$$

Напряжение короткого замыкания, В:

$$U_K = U_{1\phi} \frac{U_K[\%]}{100} = 3470 \frac{5.5}{100} = 191.$$

Полное сопротивление упрощенной схемы замещения, Ом:

$$z_K = \frac{U_{1K}}{I_{1\phi}} = \frac{191}{1.93} = 98.9.$$

Активное сопротивление, Ом:

$$r_K = \frac{P_K}{mI_{1\phi}^2} = \frac{600}{3 \cdot 1.93^2} = 53.7.$$

Индуктивное сопротивление, Ом:

$$x_K = \sqrt{z_K^2 - r_K^2} = \sqrt{98.9^2 - 53.7^2} = 83.$$

Коэффициент мощности, о.е.

$$\cos\varphi_K = \frac{r_K}{z_K} = \frac{53.7}{98.9} = 0.545; \quad \varphi_K = 57^\circ.$$

Активная составляющая напряжения короткого замыкания:

$$U_{Ka} = r_K I_{1\phi} = 53.7 \cdot 1.93 = 104 \text{ В}; \quad U_{Ka} = \frac{r_K I_{1\phi}}{U_{1\phi}} 100 = \frac{104}{3470} 100 = 3 \text{ \%}.$$

Индуктивная составляющая напряжения короткого замыкания:

$$U_{Kp} = x_K I_{1\phi} = 83 \cdot 1.93 = 160 \text{ В}; \quad U_{Kp} = \frac{x_K I_{1\phi}}{U_{1\phi}} 100 = \frac{160}{3470} 100 = 4.7 \text{ \%}.$$

Коэффициент трансформации:

$$k = \frac{U_{1\phi}}{U_{2\phi}} = \frac{3.47}{0.23} = 15.$$

Задача 3. Определить наибольшее значение коэффициента полезного действия трехфазного трансформатора, если номинальная мощность $S_H = 50$ кВА, потери холостого хода $P_o = 0.35$ кВт, потери короткого замыкания $P_K = 1.35$ кВт, коэффициент мощности нагрузки $\cos\varphi_2 = 1$.

Решение

При максимальном значении коэффициента полезного действия $P_o = \kappa_H^2 P_K$ соответствующий этому значению коэффициент нагрузки

$$\kappa_H = \sqrt{\frac{P_o}{P_K}} = \sqrt{\frac{0.35}{1.35}} = 0.516.$$

Максимальное значение КПД, %

$$\eta_{\max} = \frac{P_2}{P_1} 100 = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P} 100 = \frac{\kappa_H S_H \cos \varphi_2}{\kappa_H S_H \cos \varphi_2 + P_o + \kappa_H^2 P_K} 100 =$$

$$= \left(\frac{0.516 \cdot 50 \cdot 1}{0.516 \cdot 50 \cdot 1 + 0.35 + 0.516^2 \cdot 1.32} \right) 100 = 97.4.$$

Задачи для самостоятельного решения. Каждому студенту необходимо решить три задачи. Параметры машин взять из таблиц согласно номеру варианта.

Задача 1. Для однофазного трансформатора номинальной мощностью S_H и первичным напряжением U_{1H} , мощностью короткого замыкания P_K и напряжением короткого замыкания U_K рассчитать данные и построить график зависимости изменения вторичного напряжения ΔU от коэффициента нагрузки κ_H , если коэффициент мощности нагрузки – $\cos \varphi_2$ (табл. 1).

Рассчитать данные и построить график зависимости КПД от коэффициента нагрузки $\eta = f(\kappa_H)$, если известно, что его максимальное значение соответствует $\kappa_H = 0.7$.

Таблица 1.

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S_H , кВА	600	250	800	100	180	560	320	50	120	80
U_{1H} , кВ	31.5	6.3	31.5	6.3	6.3	10	10	3.4	6.3	10
P_K , кВт	20	12	22	7	10	25	13	3.5	8	5.4
U_K , %	8.5	6.5	8.5	5.5	6.5	7.0	6.5	5.5	5.5	6.0
$\cos \varphi_2$, о.е.	0.75 (опер)	0.85 (отс)	0.80 (опер)	0.70 (отс)	1.0	0.85 (отс)	0.90 (опер)	1.0	0.80 (отс)	0.70 (отс)

($\cos \varphi$ опережающий – активно-емкостная нагрузка, $\cos \varphi$ отстающий – активно-индуктивная нагрузка)

Задача 2. Трехфазный трансформатор номинальной мощностью S_H и номинальными линейными напряжениями U_{1H} , U_{2H} имеет напряжение короткого замыкания U_K , ток холостого хода I_o , потери холостого хода P_o , потери короткого замыкания P_K (табл. 2). Обмотки трансформатора соединены по схеме «звезда-звезда». 1. Определить параметры Т-образной схемы замещения, считая ее симметричной ($r_1 = r_2'$; $x_1 = x_2'$). 2. Найти КПД η и полезную мощность P_2 , соответствующие полной потребляемой мощности $S_1 = 0.25S_H$, $S_1 = 0.5S_H$, $S_1 = 0.75S_H$, $S_1 = S_H$, при значениях $\cos \varphi_2 = 0.8$ и $\cos \varphi_2 = 1$; построить в

одних осях координат графики $\eta = f(P_2)$. 3. Определить номинальное изменение напряжения ΔU_H .

Таблица 2

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S_H , кВА	100	180	320	560	1000	800	600	700	400	200
U_{1H} , кВ	0.5	3.0	6.0	10	35	10	10	6.0	3.0	3.0
U_{2H} , кВ	0.23	0.4	0.4	0.4	3.0	0.4	0.6	0.6	0.23	0.23
U_k , %	5.5	5.5	8.5	6.5	5.5	6.5	8.5	5.5	6.5	5.5
P_k , кВт	2.0	3.6	5.8	9.0	13.5	10	9.0	8.2	6.0	4.0
P_o , кВт	0.65	1.2	1.6	2.5	5.2	3.6	2.8	3.2	2.0	1.5
I_o , %	6.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	6.5

Задача 3. Определить параметры упрощенной схемы замещения трансформатора, соединенного по схеме Y/Y, составляющие напряжения короткого замыкания в процентах и вольтах, коэффициент мощности нагрузки, коэффициент трансформации, если номинальная мощность S_H , напряжения U_{1H} и U_{2H} , потери короткого замыкания P_k , напряжение короткого замыкания U_k . (табл. 3)

Таблица 3.

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S_H , кВА	600	250	800	100	180	560	320	50	120	80
U_{1H} , кВ	31.5	6.3	31.5	6.3	6.3	10	10	3.4	6.3	10
U_{2H} , кВ	6,3	0,4	6,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6
P_k , кВт	20	12	22	7	10	20	13	3.5	8	5.4
U_k , %	8.5	6.5	8.5	6,0	6.5	7.0	6.5	7,0	5.5	6.0

ЛИТЕРАТУРА

1. Чичечян В.И. Электрические машины: (сборник задач): Учеб. пособие для спец. «Электромеханика». – М.: Высш. шк., 1988. – 231 с.